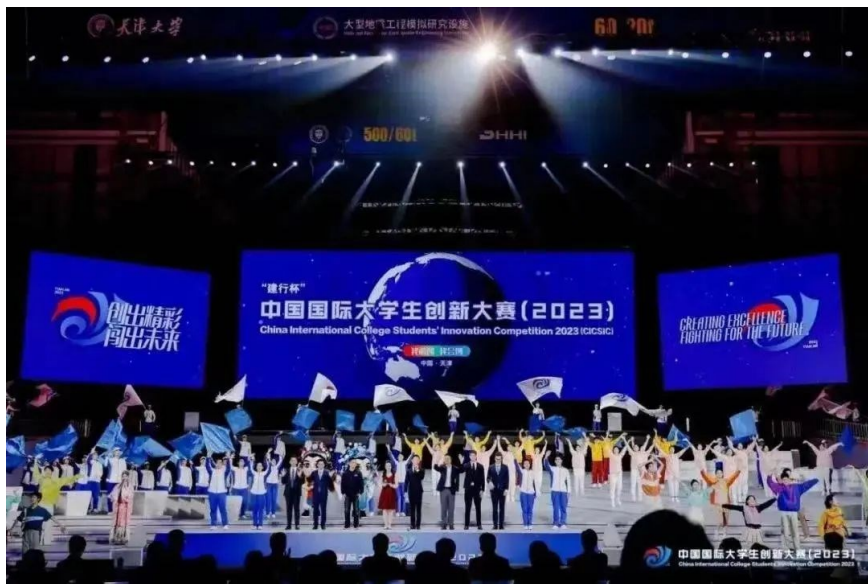


传承、突破、再出发！冲击地压防控团队学子 在中国国际大学生创新大赛（2023）载誉归来

2023年12月3日至12月7日，中国国际大学生创新大赛（2023）（原第九届中国国际“互联网+”大学生创新创业大赛）在天津大学举办。中国矿业大学冲击地压防控团队曹安业教授为第一指导老师、刘耀琪博士为负责人参赛的项目《地听科技——岩体工程动力灾害预测关键技术及装备引领者》获高教主赛道研究生创意组全国金奖，这是中国矿业大学在本届大赛高教主赛道唯一获金奖的项目，也是学校在赛事举办九届以来高教主赛道第一枚国赛金奖。

中国国际大学生创新大赛（2023）由教育部等12个部门会同天津市人民政府主办，天津大学承办。坚持“我敢闯，我会创”主题，以“更中国、更国际、更教育、更全面、更创新、更协同”为目标，今年共有来自国内外151个国家和地区5296所学校的421万个项目、1709万人次报名参赛，1260个优秀项目脱颖而出，在天津大学参加决赛阶段现场比赛，423个项目获得金奖（其中：高教主赛道金奖196项），金奖获奖率万分之一。



中国国际大学生创新大赛全国总决赛现场

项目简介

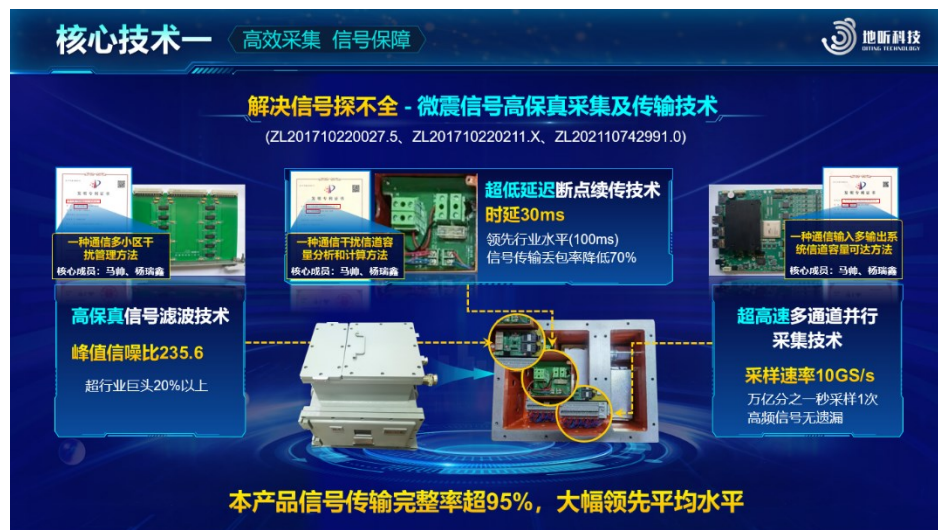
项目名称：地听科技——岩体工程动力灾害预测关键技术及装备引领者

项目赛道：高教主赛道研究生创意组

指导老师：曹安业，高世杰，刘晓迪，窦林名，吴锋锋，王常彬，赵云龙，刘赛，等

团队成员：刘耀琪，李庚，何子纯，谭程，吕国伟，白贤栖，薛成春，陈聪，杨瑞鑫，郝琪，彭雨杰，杨耀，韩泽鹏，白金正，阚吉亮

项目简介：地听科技团队针对矿山开采、隧道开挖等深地开发过程中冲击地压（冲击矿压）、岩爆等岩体动力灾害的超前预测难题，依托中国矿业大学全国排名第一的“矿业工程”双一流 A+学科，及煤炭精细勘探与智能开发全国重点实验室、江苏省矿山地震监测工程实验室、“中国矿业大学-安徽理工大学”冲击地压防治工程研究中心等科研平台，自主研发了深地工程岩体动力灾害预测的成套技术与装备。开发了深部岩体破裂微震信息的高保真采集及传输技术、物理模型与数据双驱动的动力灾害时序预警技术、震动波射线回溯成像的动力灾害灾源辨识技术等三大核心技术，使微震信号传输完整率提升至 95%以上，动力灾害危险预测时间误差突破至分钟级，预警准确率超过 90%，灾源识别分辨率突破至十米级，实现深部岩体动力灾害探得全、辨得清、识得准。同时建立国内最大、覆盖地区最广之一的深部岩体动力灾害微震数据库，构建核心技术壁垒。



核心技术二 融合驱动 国际首创

解决灾时辨不清 - 物理模型与数据双驱动预测技术

(ZL202210450363.X、CN114779331A、CN114814939A)

传统预测模型

应力、震动、能量单维度提取灾变信息特征

岩体灾变信息特征难以完整提取，完整率不足50%

传统预测算法

只能捕捉岩体破坏的第一阶段信息特征

预警误差上限为小时级，预警准确率低

预测时间误差	预警准确率
天地科技	小时级 >85%
安科兴业	小时级 >80%
加拿大ESG	小时级 >80%
澳大利亚IMS	小时级 >85%
地听科技	分钟级 >90%

策略创新

双驱预测模型

双驱融合算法

应力-震动-能量三场融合的物理预警模型体系

实现地下工程复杂条件下岩体灾变信息100%完整提取

首次发现岩体破坏的第二阶段特征

物理模型与数据特征融合算法

完整动态预测动力灾害变化趋势，实现分钟级预警

将危险预警时间误差突破至分钟级，预警准确率超90%

一种基于预警辅助的采掘工作面主断壁方位分析预测方法
第一发明人：刘耀琪

一种基于累计微震响应的矿震风险区域预测方法
第一发明人：刘耀琪

一种煤矿微震台网监测效果评估方法
第一发明人：刘耀琪

核心技术三 算法创新 精度提升

解决灾源识不准 - 震动波射线回溯成像预测技术

(ZL202110761752.X、ZL202110761750.0、ZL202110761154.2)

射线场计算时间缩短80%

有效降低处理时延保障预警实时反馈

震动波射线回溯迭代优化算法

$$t_i = \int_{r_1}^r \frac{1}{V(x,y,z)} dx + t_0 = \int_{r_1}^r S(x,y,z) dx + t_0$$

$$GS + T^0 = d$$

$$\begin{bmatrix} G \\ eI \end{bmatrix} S + \begin{bmatrix} T^0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} d \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$(G^T G + \varepsilon^2 I) S = G^T (d - T^0)$$

实现灾源精准辨识

成像区域反演分辨率提升4倍

精准预测危险区域防治成本大幅降低

自适应匹配射线密度网格划分方法

一种基于预警辅助的冲击危险评估的方法
核心成员：隋吉磊

一种基于微震信号波形分析的微震源区效果评估方法
核心成员：隋吉磊

一种预测预警微震爆破损伤程度和范围的方法
核心成员：隋吉磊

动力灾害灾源识别分辨率突破至十米级

地听科技团队核心技术成果

团队核心成员以第一发明人申请发明专利 20 件，授权专利 10 余件，以第一或通讯作者发表 SCI/EI 论文 48 篇，总影响因子超 280。负责人刘耀琪博士连续两年获博士研究生国家奖学金，获第三十一届“孙越崎能源科学技术奖”优秀学生奖、中国安全生产协会安全科技进步二等奖等奖励 5 项，主持江苏省研究生科研与实践创新计划项目 2 项(含重点项目 1 项)，第一或通讯作者在 Rock Mechanics and Rock Engineering、煤炭学报等期刊发表“三类高质量论文”9 篇，第一发明人授权发明专利 2 件。

项目背景

地听科技团队创新基因源自以窦林名教授为首席专家的中国矿业大学冲击地压防控研究团队。团队紧扣国家及行业战略需求，聚焦煤矿冲击地压灾害研

究二十余年，形成了较系统的冲击地压机理、监测与防治成套理论、技术与装备体系，是国内冲击地压领域公认的高水平科研团队，具备扎实的理论基础和丰富的科研实践经验。

冲击地压防控团队几乎参与了国内冲击地压相关的所有国家重大科技项目的研究工作，主持国家重点研发计划课题、国家“973”计划课题、国家科技支撑计划课题、国家自然科学基金、中波政府合作项目等国家或省部级项目 20 余项，并密切结合煤矿现场实际，积极深入现场一线，切实攻克、解决了大量企业冲击地压防治技术难题，研究足迹遍布全国几乎所有冲击地压矿井。团队研究成果获国家级奖励 2 项、省部级奖励 20 余项，专著 10 余部，论文 200 余篇，授权国家发明专利 80 余件。团队部分成果编入了《煤矿安全规程》、《防治煤矿冲击地压细则》、《冲击地压测定、监测与防治方法》等规章，成果在中煤、山能、华能、陕煤化、龙煤、徐矿等 20 余个冲击地压矿区以及孟加拉国 Barapukuria 煤矿、澳大利亚 Austar 煤矿等现场实践中得到了广泛成功应用。



窦林名教授（左）指导团队成员开展研究

冲击地压防控团队通过加强与企业单位科研合作、引进高水平试验设备、完善理论研究体系、创新改革教辅材料、拓展国际化合作渠道等工作，在研究生培养方面形成了基于学术创新和因材施教等为引导准则的四类研究生人才培养模式：理论研究型、教学科研型、专业实践型和国际复合型。团队获评中国矿业大学首届“优秀研究生导师团队”，曹安业教授获评首届“优秀研究生导师”。已培养了近 30 名博士研究生，其中 1 人获评全国百篇优秀博士论文，4 人获评江苏

省优秀博士学位论文，10 余人获评校优秀博士学位论文。地听科技团队刘耀琪博士、李庚博士、白金正博士等正是在这样的培养体系下迅速成长，正逐步接过导师们的接力棒。

同时，冲击地压防控团队建成了国内最大、覆盖地区最广的微震数据库。走进中国矿业大学冲击地压大数据云服务中心，最吸引眼球的当属大屏幕上的“冲击地压风险判识与智能预警云平台”，全国近 100 座冲击地压矿井监测信息一览无余，各项数据实时更新，更可以交互操作，实时监测各个矿井的冲击危险状态。这为地听科技团队预警大模型的研发提供了充足保障，正是在最优质数据库资源基础之上，地听科技团队才能研发出性能指标全面领先的预警模型，突破行业瓶颈。

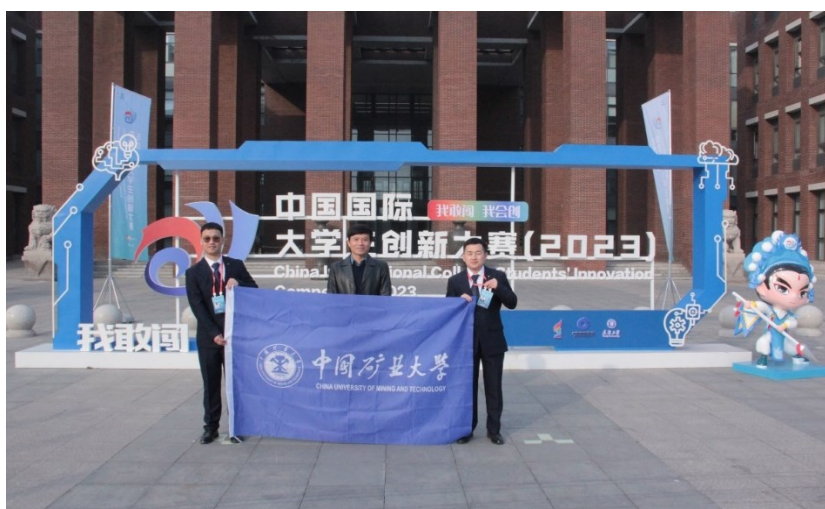


中国矿业大学冲击地压大数据云服务中心

项目历程

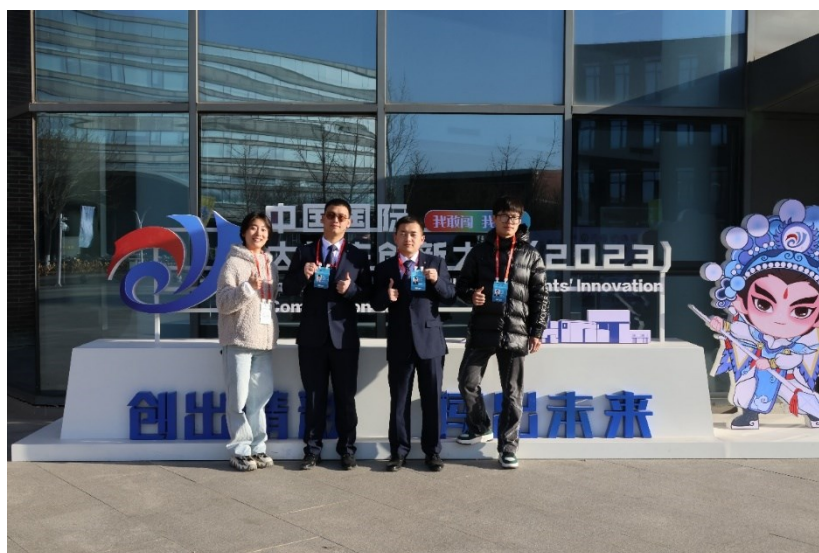
地听科技团队从校赛、省赛、国赛一路走来，将近一年的备赛，凝聚了学校学院领导、团队指导老师、参赛队员的诸多心血。备赛期间，中国矿业大学矿业工程学院党委书记闵涛走访慰问项目团队、指导项目进程，国赛现场赛院长黄艳利教授到现场为学生加油打气，高世杰副书记从校赛、省赛、国赛全程指导，项目 PPT 和路演词都经过了高书记的精细打磨，窦林名教授调动整个冲击地压团队的资源充分支持地听科技团队备赛，曹安业教授更是全程指导团队备赛，每一次项目辅导不缺席，每一次讨论修改都参加，真正做到了在场地、政策、资金的全方位支持！项目备赛也得到了学校教务部、科研院、宣传部、校团委以及经管

学院、信控学院、计算机学院、机电学院、煤炭科技博物馆的配合与支持。



指导老师曹安业教授与队员合影

在“永远不服输、永远不向困难低头、永远争第一”的采矿三永远精神的引领下，在冲击地压防控团队二十五年来科研底蕴的支撑下，地听科技团队一步步披荆斩棘、顺利摘金！团队将继续以原始创新助力产业升级，落实习近平总书记向地球深部进军的指示精神，为保障我国深地能源资源安全开发贡献矿大力量！



地听科技团队核心成员合影